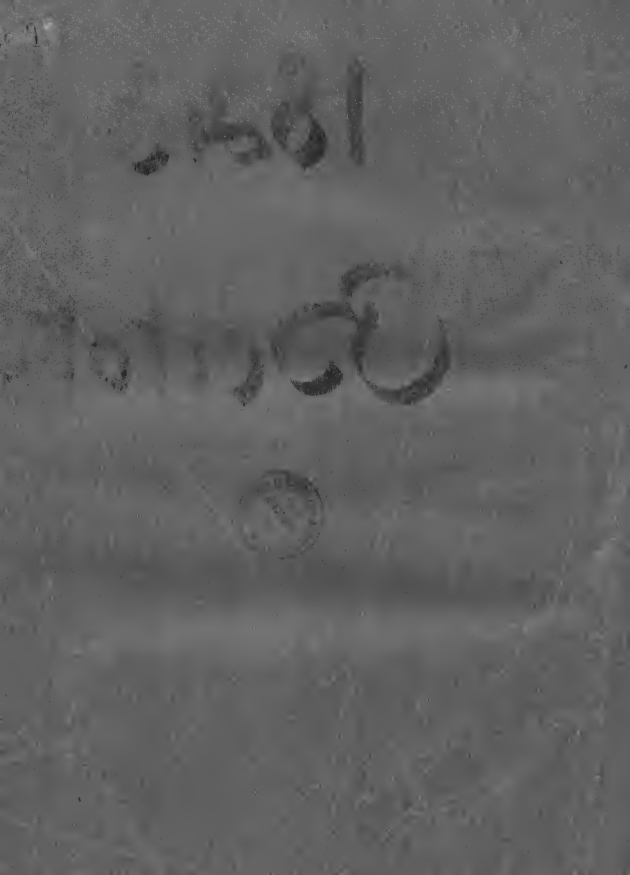
1843

Bertot





A LA MÉMOIRE DE MON PÈRE.

A MA MÈRE.

A MES PARENTS.

A MES AMIS.

M. A. BERTOT.

THÉORIE

DE

QUELQUES ACTIONS MOLÉCULAIRES

DE LA LUMIÈRE.

THÈSE

PRÉSENTÉE ET SOUTENUE A L'ÉCOLE DE PHARMACIE,

le 19 août 1843,

PAR MICHEL-AUGUSTE BERTOT,

Élève de l'École pratique,

NÉ A BAYEUX, DÉPARTEMENT DU CALVADOS.

Il est de la nature de notre esprit de nous figurer les phénomènes dont nous n'avons qu'une connaissance imparfaite comme très compliqués, et de procéder dans nos découvertes du composé au simple.





PARIS,

POUSSIELGUE, IMPRIMEUR DE L'ÉCOLE DE PHARMACIE.

RUE DU CROISSANT-MONTMARTRE, 12.

1843

PROFESSEURS DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE.

MM. ORFILA.
RICHARD.

ÉCOLE SPÉCIALE DE PHARMACIE.

ADMINISTRATEURS.

MM. BOUILLON-LAGRANGE, Directeur.
BUSSY, Trésorier.

PROFESSEURS.

MM. BUSSY.	Chimie.
GAULTIER DE CLAUBRY.	
LECANU.	Pharmacie.
CHEVALLIER.	
GUIBOURT.	Histoire naturelle.
GUILBERT.	
GUIART.	Botanique.
CLARION..	
CAVENTOU.	Toxicologie.
SOUBEIRAN.	Physique.

AGRÉGÉS.

MM. BOUDET.
CHATIN.
GOBLEY.
BUIGNET.
HENRY.

NOTA. *L'Ecole ne prend sous sa responsabilité aucune des opinions émises par les candidats.*

THÉORIE

DE

QUELQUES ACTIONS MOLÉCULAIRES

DE LA LUMIÈRE.

Dans l'étude des sciences, dit M. Berzélius, il nous faut toujours une théorie pour ranger les faits dans un certain ordre. Suffisante tant qu'elle explique ceux qui sont connus, elle sert de point de départ à de nouvelles expériences, à la découverte de nouveaux phénomènes, et quand les faits, ainsi accumulés, ne peuvent plus se concilier avec la théorie admise jusque-là, on est dans la nécessité de chercher une autre explication, qui rendra à son tour les mêmes services, sans être cependant l'expression absolue de la vérité : c'est ainsi que se renouvelle la face des sciences, et qu'elles marchent vers le progrès.

Ces réflexions, que j'emprunte à l'illustre chimiste suédois, peuvent s'appliquer aux hypothèses relatives à la nature de la lumière. La théorie qui considère la lumière comme un corps matériel dont les molécules seraient lancées dans toutes les directions avec une immense vitesse approche-t-elle moins de la vérité que cette autre théorie qui admet, sous le nom d'éther, un fluide invisible, impondérable, éminemment élastique, et répandu partout; fluide dont les vibrations, en présence des corps lumineux, produirait en nous la sensation de lumière? c'est ce qu'il ne m'appartient pas de décider. L'étude de la lumière, à l'aide des ressources de l'analyse mathématique, a été très avancée dans ces derniers temps, sans nous donner la solution de ce problème. C'est que peut-être aussi, du côté des

faits, nous sommes loin de posséder les données suffisantes pour y arriver. Que savons-nous de la part d'influence de la lumière dans la vie à la surface de la terre? que savons-nous de son intervention dans les réactions chimiques? précisément assez pour affirmer qu'il y a dans cette voie des sujets de recherches de la plus haute importance et par conséquent bien dignes de devenir l'objet de nos méditations.

Il serait téméraire de prétendre traiter ces questions en quelques pages; elles exigent des investigations délicates, elles ont besoin d'être mûries longtemps; aussi ce travail se bornera-t-il seulement à examiner le rôle de la lumière dans quelques phénomènes qu'on a réunis sous le nom de photographie.

De l'action de la lumière sur les surfaces polies.

Si l'on examine avec attention et à l'aide d'un fort grossissement de microscope les surfaces qui nous paraissent posséder le poli le plus parfait, on ne tarde pas à reconnaître qu'elles sont formées d'une suite d'aspérités et de dépressions plus ou moins nombreuses pour un espace donné. Il en résulte tout d'abord qu'on ne peut attribuer, ainsi qu'on serait tenté de le faire, l'existence du poli à un contact immédiat entre elles des molécules extrêmes des corps. Le poli d'une surface, dit M. Becquerel, consiste dans la faculté qu'elle possède de réfléchir régulièrement sur quelques points la lumière; ce qui exige que cette surface soit composée de particules disposées toutes de la même manière, c'est à dire ayant leurs facettes supérieures placées dans le même plan. Par ce moyen la réflexion de la lumière est régulière.

Le mat au contraire paraît être le résultat de la réflexion irrégulière de la lumière, condition qui est remplie lorsque la surface est recouverte d'une infinité de petites aspérités dont les facettes sont dirigées dans toutes sortes de directions. Il résulte que les objets extérieurs sont réfléchis par cette surface plus ou moins confusément. Il y a absence d'images quand les particules sont disposées le plus irrégulièrement possible.

Polir un corps c'est donc faire acquérir à ses molécules une disposition symétrique particulière qui leur permettra de réfléchir les rayons lumineux qui viendront tomber à sa surface.

Dans le fait de la réflexion il se passe des phénomènes bien distincts : une partie de la lumière est réfléchie suivant une direction spéciale, une autre partie est réfléchie indifféremment de toutes parts et disséminée comme si le corps n'était pas poli; enfin une dernière portion est absorbée ou éteinte. Ainsi les corps polis comme les corps non polis réfléchissent la lumière, seulement le mode de réflexion et la quantité de lumière réfléchie ne sont pas les mêmes. De plus le procédé dont on a fait usage pour obtenir le poli se traduit aussi par des différences dans la réflexion spéculaire ; et ici je ne veux pas parler de la quantité plus ou moins considérable de lumière que les surfaces réfléchissent, mais de l'état de la lumière qui est renvoyée par ces surfaces et du sens suivant lequel elle est polarisée. On polit ordinairement les surfaces métalliques de deux manières; en battant la lame sur laquelle on opère à l'aide d'un marteau poli, sur une enclume polie, après quoi on achève de donner le brillant à la surface en la frottant légèrement avec du rouge d'Angleterre : on obtient encore le poli en usant d'abord la surface sur une pierre d'un grain très doux puis en terminant avec de la potée d'étain ; quand la surface de l'argent ou de tout autre métal a reçu ce dernier poli elle imprime d'abord à une partie de la lumière incidente la polarisation mobile autour du plan d'incidence, et en outre elle imprime à une portion blanche de la lumière incidente une polarisation fixe; mais après plusieurs réflexions on trouve presque toute la lumière polarisée fixement suivant le plan de réflexion. Au contraire dans les lames d'argent polies au marteau la portion de lumière qui prend la polarisation fixe à chaque réflexion devient extrêmement faible, comparativement à celle qui conserve la polarisation mobile, du moins lorsqu'on ne présente pas la lame aux rayons incidents sous une extrême obliquité.

Ainsi, dans le fait d'un rayon de lumière qui vient frapper une surface, nous savons : 1° que toute la lumière n'est pas renvoyée; 2° que

la lumière renvoyée ne l'est pas également et qu'elle possède des propriétés nouvelles.

Du premier fait nous tirons cette conséquence : qu'on peut assimiler la lumière arrivant sur une surface quelconque à une force agissant mécaniquement sur les molécules des corps et leur communiquant des oscillations particulières dont on pourra déterminer les lois; car une force ne peut cesser d'agir qu'en rencontrant une force qui lui fasse équilibre. Or, dire qu'une partie de la lumière est éteinte, c'est dire qu'elle a rencontré une telle force. Les oscillations moléculaires produites sous l'influence de la lumière sont le résultat de ces deux forces.

Quant à l'existence réelle de ces oscillations, rien n'empêche de l'admettre : d'abord par analogie, en comparant les ondulations de l'éther aux ondes sonores produites par un corps vibrant. On sait que lorsqu'une onde est excitée dans l'air et qu'elle arrive sur la surface d'un corps solide, son choc produit sur les parties de ce corps un mouvement à la vérité insensible, mais pourtant réel, qui la renvoie en arrière. Ce qui arrive pour le son, on peut l'appliquer sans difficulté à la lumière, la différence de densité de l'air et de l'éther étant compensée par la prodigieuse vitesse des ondulations lumineuses.

Le second fait que nous avons signalé nous conduit également à la même conséquence ; car les molécules matérielles ne peuvent communiquer à la lumière un mouvement en retour avec des propriétés nouvelles sans avoir pris part elles-mêmes dans une certaine mesure à ce mouvement. Or, une très curieuse expérience de M. Biot nous fait voir que le mouvement que nous pouvons communiquer suffit à lui seul pour modifier la lumière. Il a vu que le seul frémissement qu'éprouvent les lames de verre, quand on y excite des vibrations longitudinales, suffit pour développer entre leurs particules des relations de position et de mouvement qui leur donnent la faculté de modifier des rayons lumineux qui les traversent pendant qu'elles sont dans cet état. Pour rendre ce phénomène sensible, il emploie une lame de verre un peu longue, par exemple de deux mètres, qu'il dis-

pose dans la direction d'un rayon polarisé ; puis, après s'être assuré qu'elle n'offre, quand elle est en repos, que de faibles traces de polarisation, il la frotte longitudinalement dans l'une de ses moitiés. Chaque friction fait paraître un éclair très vif sur le verre noir disposé pour absorber les rayons qui conservent leur polarisation primitive.

Pour compléter ces recherches il nous faudrait démontrer que les molécules des corps peuvent aussi entrer en mouvement sous l'influence de deux autres fluides dont tous les travaux récents s'accordent de plus en plus à confirmer l'identité avec la lumière : je veux parler de l'électricité et de la chaleur. Les preuves ne seraient pas difficiles à trouver, et je demanderai la permission de n'y pas insister beaucoup, car je n'aurais que l'embarras du choix parmi les nombreuses expériences que je pourrais invoquer.

Ainsi pour l'électricité, qui laisse quelquefois des traces si visibles du transport des particules des corps, on ne contestera pas qu'elle n'ait le pouvoir de faire osciller les molécules de la surface des corps dans certains cas que nous signalerons bientôt ; à plus forte raison, sans doute pour la chaleur, l'un des agents les plus énergiques du mouvement moléculaire.

Mais en réalité est-il possible de rencontrer un phénomène dans lequel l'un de ces trois agents mystérieux ne joue un rôle sans que les deux autres ne s'y rencontrent ? La chimie de notre époque est dominée tout entière par des considérations empruntées à l'électricité ; le moment n'est peut-être pas bien éloigné où il faudra faire jouer le même rôle aux influences de la lumière et de la chaleur.

Des images de Moser.

Les phénomènes que nous allons exposer sont dus à des découvertes récentes, quelques-uns ont à peine quelques mois de date : nous mêmes nous avons à la fin de mai dernier adressé à l'Institut, dans une lettre à M. Arago, les résultats de nos recherches, et depuis cette époque nous avons été assez heureux en continuant nos expériences pour constater quelques faits nouveaux qui prendront place dans ce

travail. Nous avons cru qu'il était de la plus grande importance pour leur explication de les faire précéder de considérations sur l'état moléculaire des corps polis, et qu'on verrait ensuite plus aisément comment il arrive que des phénomènes de chaleur, d'électricité, de lumière se traduisent dans certaines conditions par un même résultat final, et comment on a été conduit à penser que la découverte de M. Daguerre n'était qu'un cas particulier d'une action générale.

On savait depuis longtemps que si l'on écrit sur une plaque de verre, sur une glace par exemple, avec certaines substances, puis qu'on efface les caractères formés, il suffit pour les faire reparaître de couvrir la plaque de son haleine. On savait encore que si après avoir mis une pièce de monnaie sur une plaque de verre on souffle dessus, puis qu'on retire la pièce, on ne voit bientôt plus rien, mais qu'une nouvelle insufflation fait reparaître les contours de la pièce. En observant avec plus d'attention ces phénomènes on remarque qu'ils se répètent de la même manière quelle que soit la substance avec laquelle on opère. A la plaque de verre on peut substituer une surface polie de métal, de résine, de bois, de carton, etc.

Non seulement les surfaces polies conservent la figure des contours des corps qui les ont touchés, mais encore tous les détails que forme le dessin de la surface de ces mêmes corps y existent, souvent dans un état de ténuité telle que nous ne les apercevons pas.

Voici comment nous nous expliquons ce fait :

Quand deux corps quelconques sont mis en présence il s'établit entre eux un échange de chaleur, les deux corps tendant à se mettre en équilibre mutuel de température. Pendant cet échange les molécules de la surface polie, soit qu'elles gagnent de la chaleur soit qu'elles en perdent, éprouvent un mouvement de vibration qui les dispose dans le sens du rayonnement; ce résultat nous est rendu sensible par la condensation de certaines vapeurs qui adhèrent à la surface polie en raison directe du nombre d'oscillations des molécules pour un temps donné. Le fait de l'adhésion des vapeurs est dû, selon nous, à leur état électrique, leur présence suffit pour faire entrer en vibration les molécules de toute la surface polie; mais si des

vibrations antérieures avaient déjà eu lieu les effets s'ajoutent et les mouvements moléculaires deviennent sensibles pour nous.

Ils deviennent encore immédiatement visibles quand la surface polie a déjà reçu une couche d'une vapeur quelconque; car les oscillations donnent lieu à des déplacements doubles, et si on emploie en dernier lieu les vapeurs de mercure on voit qu'on a trois actions qui viennent toutes ensemble concourir au même but.

En prolongeant l'action des vapeurs on obtient des images négatives; c'est à dire que les parties claires de l'image primitive deviennent sombres, *et vice versâ*. Comme le même phénomène a lieu dans certains cas pour les images daguerriennes, pour ne pas nous répéter inutilement nous examinerons ce qui se passe en étudiant ces dernières images.

C'est en vérifiant les expériences de M. Moser et guidé par les vues théoriques qui précèdent, que j'ai eu l'idée de faire agir simultanément le corps dont le contact doit produire le dessin et la vapeur qui doit le rendre visible, pour cela il m'a suffi de couvrir de vapeur d'eau la médaille dont je voulais obtenir l'image. J'y ai trouvé cet avantage, de pouvoir produire des images instantanées, car M. Moser, en opérant sur une plaque de métal pur n'exigeait pas moins de plusieurs heures de contact. Mais l'image est fugitive, et à mesure que l'humidité s'évapore le dessin s'évanouit; j'ai remédié à cet inconvénient en faisant intervenir une action chimique avec la vapeur d'eau; quand elle tient en dissolution, soit le gaz chlore, soit le gaz ammoniaque, soit les vapeurs de divers acides, qu'on fait varier selon la matière de la surface polie, on obtient des images permanentes d'un effet quelquefois assez satisfaisant.

En poursuivant ses découvertes, M. Moser a vu qu'il n'était pas nécessaire que le contact immédiat eût lieu, car l'air interposé ne change pas les phénomènes, seulement quand la distance devient trop grande les traits de l'image perdent de leur netteté. Tout le monde peut avoir une idée des résultats de l'expérience en examinant avec soin la cuvette d'une montre, on y voit très souvent le nom du fabricant ainsi que différents signes gravés reproduits à la face op-

posée. Ces images sont blanchâtres et disparaissent par le frottement; elles deviennent encore plus nettes et plus intenses en soufflant dessus ou en les iodant.

Nous ne devons pas oublier de faire remarquer que tous ces faits pour s'accomplir n'ont pas besoin de l'intervention de la lumière, et qu'ils se passent également bien au sein de l'obscurité la plus profonde.

En résumé, les observateurs qui se sont occupés de ces phénomènes les ont vu se produire exclusivement sous l'influence de trois causes : 1° une variation de température; 2° une action électrique; 3° une action de lumière.

M. Knorr a fait voir qu'on obtenait des images visibles sans aucune condensation de vapeur en constituant les deux corps mis en présence dans un état calorifique dissemblable. Au dessus de la flamme d'une lampe il place une planche de cuivre sur laquelle il pose les objets qui doivent laisser leur empreinte, puis il attend le refroidissement; on trouve alors une image d'une vigueur remarquable. Il obtient le même résultat en refroidissant la plaque et chauffant le corps.

M. Karsten a reconnu à son tour qu'en plaçant une médaille sur une plaque de verre au dessous de laquelle se trouve une plaque métallique il se forme une image à la surface supérieure du verre lorsqu'on fait tomber l'étincelle d'une machine électriq ue ur la médaille. Mais le fait le plus curieux c'est que si la médaille repose sur plusieurs plaques de verre et que la dernière soit en contact avec une plaque de métal, l'étincelle engendre des images sur toutes les plaques, mais seulement à leurs surfaces supérieures. Les images les plus faibles correspondent aux plaques les plus éloignées de la médaille; ces images ne deviennent visibles qu'en les exposant à la vapeur d'iode ou de mercure, ou encore à la vapeur d'eau. M. Masson a vu de son côté que quand on avait électrisé une médaille sur un gateau de résine la surface résineuse en gardait l'empreinte. Elle devenait visible quand on projetait à sa surface une poudre très tenue qui, s'attachant à certaines parties déterminées du gâteau de résine, y dessinait les parties saillantes du modèle.

Enfin M. Moser a obtenu les mêmes résultats par la seule action de la lumière sur des plaques de métal pur, et même sur des substances difficilement altérables, le verre par exemple. Voici comment il rapporte cette expérience, qui a plus d'un lien avec les phénomènes daguerriens.

« Une plaque d'argent qui n'avait pas servi fut nettoyée et polie avec le « plus grand soin : au dessus de cette plaque à une très petite distance on « suspendit une petite surface noire présentant divers caractères décou- « pés, et tout l'appareil fut exposé aux rayons solaires dont on lui faisait « suivre la marche. La plaque refroidie ne montrait rien encore; mais « dès qu'elle eût été exposée aux vapeurs du mercure chauffé à 75 de- « grés centigrades il se forma, à ma grande satisfaction, une image dis- « tincte de l'écran : sur tous les points où la lumière du soleil avait « exercé son influence il s'était précipité beaucoup de mercure. Je ré- « pétai souvent cette expérience, et elle réussit toujours. Quelquefois « les plaques, après avoir été soustraites à l'action du mercure, étaient « exposées aux vapeurs de l'iode et ensuite aux rayons du soleil ; les « images étaient alors plus belles. J'employai plus tard une plaque « de cuivre par un temps très défavorable ; l'image produite par la va- « peur du mercure, faible d'abord et peu distincte, devint très intense « quand la plaque eut été exposée aux vapeurs d'iode. J'expérimen- « tai par le même procédé sur une plaque de verre de glace très pur; « chaque insufflation mettait en évidence une image aussi nette « que sur la plaque d'argent, et cette image reparut à volonté pendant « un temps très long. »

M. Fizeau a essayé une explication de ces phénomènes en les attribuant aux modifications subies par une matière organique particulière. Il admet que la plupart des corps sur lesquels nous opérons ont leur surface revêtue d'une légère couche de matière analogue aux corps gras et volatils, ou au moins susceptible d'être entraînée par la vapeur d'eau. Quand il serait vrai qu'il en fût ainsi, ce qui est au moins contestable pour plusieurs cas, pour celui, par exemple, où M. Knorr produit des images au moyen d'une température très élevée, l'hypothèse de M. Fizeau n'aurait rien d'incompatible avec

notre manière d'envisager les faits. Si l'on parvient à étendre uniformément sur une surface une couche très mince d'une substance quelconque, à la condition toutefois de ne pas altérer notablement le poli, que cette substance soit la vapeur d'eau, la vapeur d'iode, la vapeur d'un corps gras volatil, ou même un liquide, peu importe, on rend seulement les phénomènes plus ou moins faciles à observer par les raisons que j'ai précédemment exposées.

J'ai fait au sujet de l'influence des vapeurs un grand nombre d'expérienees dans le détail desquelles je ne pourrais entrer sans longueur; qu'il me suffise de dire que je n'ai, pour ainsi dire, pas rencontré de résultats négatifs. Je me contenterai d'en rapporter deux seulement.

On sait que depuis quelques années la mode a mis en circulation une espèce de carton connu sous le nom de carton-porcelaine ; il entre surtout dans sa pâte de la céruse (sous-carbonate de plomb). Quand on vient à le brûler une partie du plomb est réduite à l'état métallique, une autre partie est oxidée et entraînée avec la fumée qui se dégage. Si on reçoit sur une plaque d'argent poli eette vapeur qui vient se condenser abondamment on peut répéter sur la plaque toutes les actions que nous avons vues se produire sous l'influenee de la chaleur, de l'électricité et de la lumière, et eela avec la plus grande facilité.

Un second exemple :

Il y a bien des années que M. Biot a eomparé l'action des eorps sur la lumière aux actions capillaires ; or eomme ces aetions sont attribuées à des causes électriques, on pourrait conjeeturer *à priori* que dans la répulsion exercée par un solide sur un liquide, le premier devait laisser une image de ses contours et le dessin de sa forme quand les molécules du eorps solide étaient assez mobiles pour eéder facilement à la répulsion. C'est en effet ee qui a lieu. J'ai pris une pièce de monnaie, je l'ai exposée quelque temps à la flamme d'une bougie de manière à la recouvrir entièrement de noir de fumée ; quand on vient à plonger avec précaution cette pièce dans l'eau on s'aperçoit bientôt qu'elle n'est pas mouillée et que la surface est en-

tièrement recouverte d'une couche d'air qui lui donne un aspect miroitant très remarquable. Si maintenant on retire la pièce de l'eau sous un angle de 45 degrés avec assez de précaution et de lenteur pour ne pas causer la moindre agitation à la surface, on voit flotter à la partie supérieure du liquide l'image de la pièce qu'on avait plongée dans son sein. Toutes les parties planes du relief sont reproduites par une couche de noir, toutes les parties à angle rentrant par des lacunes. Les lignes du dessin conservent une position relative rigoureuse tant que l'eau n'est pas agitée: dans ce cas, qu'on évite difficilement, il se produit des déformations souvent très bizarres. Je suis parvenu à recueillir sur papier ces curieuses images. En plongeant verticalement un morceau de papier dans la couche liquide, l'image qui nageait à la surface suit sa marche descendante et vient s'appliquer à la paroi du papier. Si on observe le dessin dans l'eau on voit que le trait est blanc tandis que le fond est noir. Il n'en est plus de même quand le papier est dans l'air; tout le noir du fond est chassé par l'essor que prend l'air emprisonné et vient s'arrêter sur les traits auparavant incolores, de sorte qu'on a une copie qui diffère complétement de l'original.

Des images daguerriennes.

Les phénomènes que nous avons étudiés jusqu'ici ont un intérêt purement scientifique. L'admirable découverte de MM. Nièpce et Daguerre, outre qu'elle a précédé toutes les autres et qu'ainsi elles les renfermait virtuellement, a consisté à arrêter le développement des phénomènes au moment précis où l'effet artistique était le plus satisfaisant et à donner la préférence aux substances qui devaient le mieux le faire valoir. M. Nièpce avait constaté qu'un vernis formé par le bitume de judée étendu sur une lame de verre était impressionné par l'action de la lumière, qui la recouvrait d'une poussière blanchâtre partout où elle avait agi : l'opération exigeait un temps très long. Mais le point de départ était trouvé, et d'ailleurs, théoriquement parlant, le temps est une donnée qu'on peut faire varier à volonté pourvu que les résultats soient les mêmes.

Nous allons expliquer comment nous concevons ce qui se passe dans les diverses opérations du daguerréotype en les exposant sommairement.

Une plaque d'argent doublée de cuivre est polie avec le plus grand soin, puis soumise aux vapeurs d'iode jusqu'à ce qu'elle ait acquis une couleur jaune d'or : au-delà de cette teinte la sensibilité de la plaque à la lumière n'est pas détruite, mais les effets sont plus lents à se produire. La plaque est ensuite exposée dans la chambre obscure au foyer d'une lentille biconvexe achromatisée; c'est alors que la lumière agit en faisant osciller les molécules qui forment par leur disposition le poli de la surface. Cette oscillation se continue dans le même sens jusqu'à une certaine limite, à partir de laquelle elle cesse pour recommencer dans un sens opposé au premier mouvement. Il en résulte une série d'effets dont on ne pourrait se rendre compte si on n'admettait pas cette supposition. En effet, quand on vient à rendre l'image visible en faisant adhérer à sa surface des vapeurs de mercure on voit que dans les parties de la plaque où la lumière a été plus intense les oscillations ont été plus complètes et le nombre des molécules déplacées plus grand. Dans les parties où la lumière a moins agi les oscillations ont été relativement en retard comparées à celles des autres parties de la plaque; moins de molécules ont été déplacées, et les vapeurs de mercure ont par conséquent suivi cette progression dans leur adhérence. Mais un autre cas se présente, c'est celui où la plaque a été trop longtemps exposée à la lumière pour la beauté du résultat artistique: tous les traits sont alors confondus, l'image de la nature existe, mais tous les contours manquent de netteté, c'est qu'alors on a arrêté l'action de la lumière au moment où les molécules qui avaient les premières été mises en mouvement avaient atteint leur limite et revenaient sur elles-mêmes tandis que celle dont le mouvement avait été moins rapide continuaient leur oscillation dans un sens complétement opposé, de là la confusion du dessin.

Cette manière de voir se confirme encore par l'existence des images qu'on appelle négatives; dans ces images, comme on le sait, les parties éclairées naturellement sont représentées par des ombres sur

le tableau, et les teintes obscures, les noirs par des clairs, ce qui produit un effet assez désagréable. Dans ces images l'oscillation d'aller et de retour est complète pour chacun des groupes de molécules qui marchent dans un sens opposé. Si l'oscillation des molécules recommence, le contraire aura bientôt lieu, et l'image, qui tout à l'heure était négative, redeviendra positive, c'est à dire que les ombres et les clairs occupent de nouveau leur place naturelle. L'expérience nous apprend qu'il en est ainsi. Quand on a laissé une plaque daguerrienne dans la chambre noire assez longtemps pour qu'il se produise une image négative on n'a qu'à présenter cette plaque au soleil et bientôt l'image négative disparaît et une image positive la remplace.

Il paraîtrait d'après les très ingénieuses expériences de M. Moser que chacune des couleurs du spectre solaire joue un rôle particulier dans les influences lumineuses.

Nous avions le projet de diriger nos recherches de ce côté, et nous eussions été curieux de vérifier l'action des couleurs sur le *sens* des oscillations des molécules, mais par des circonstances indépendantes de notre volonté il nous a été impossible de nous mettre en position de les observer : nous espérons reprendre ces études plus tard. Le reste de l'opération daguerrienne n'a plus pour objet que d'enlever de sur la plaque l'iode, dont l'altération ultérieure nuirait à la beauté de l'image, c'est le but du lavage à l'hyposulfite de soude. Il est aussi important de fixer les molécules de vapeur mercurielle, on y parvient par l'emploi à chaud d'une solution d'or.

Quand la lumière agit sur des corps simples ou sur des corps d'une combinaison chimique très stable, l'oscillation des molécules est le seul phénomène qu'on puisse observer; mais quand elle agit sur des corps composés dont les molécules ont déjà une ten dance à se grouper différemment l'ébranlement est accompagné de phénomènes chimiques. Les oscillations et cette tendance sont deux forces qui s'ajoutent, et qui nous font dire que la lumière favorise les combinaisons ou les détruit. On ne trouvera rien de surprenant dans cette propriété de la lumière si on compare son action à celle de la chaleur, qui, elle aussi, ne fait qu'ébranler les molécules des corps et qui

cependant préside à une infinité de compositions et de décompositions chimiques. Ces remarques sur l'action chimique de la lumière s'appliquent aux papiers sensibles dont on a fait usage jusqu'à présent. Tous ont l'inconvénient de donner des images négatives, et encore ou bout d'un temps assez long. Il en est ainsi sans doute parcequ'à raison de l'état inégal de leur surface ils sont dans le cas d'une plaque polie dont une première oscillation a altéré le poli.

Dans les faits découverts par M. Moser les images se forment au contact ou presqu'au contact des corps; dans les faits découverts par M. Daguerre les images se forment par des rayons lumineux partis quelquefois de distances très grandes. M. Moser emploie indifféremment toutes les substances unies; les procédés de M. Daguerre n'ont pas été généralisés pour toutes les substances. Il semblerait d'après cela exister une lacune qui ne permettrait pas encore de lier entre eux les deux ordres de faits constatés par les deux observateurs. Cette lacune a été comblée tout dernièrement. Une expérience de M. Morren nous apprend que si on place dans la chambre obscure une plaque d'argent pur parfaitement nettoyée et de façon à ce qu'elle reçoive l'image d'objets bien éclairés, au bout de deux jours et même d'un seul, le souffle de l'haleine rend apparente une image très distincte. Enfin ce n'est plus pour moi un doute que toutes les substances ne soient impressionnées. Dans la chambre obscure je suis parvenu à constater cette sensibilité dans la plupart des métaux; le chlore, l'ammoniaque, les vapeurs rutilantes, l'hydrogène sulfuré, les vapeurs de divers acides, etc., rendent sensibles des actions dont on n'aurait pas soupçonné l'existence. Je ne peux entrer ici dans le détail de ces nombreuses expériences que je suis encore bien loin d'avoir complétées

Dans l'exposition des faits dont ce travail a entrepris la discussion, j'ai essayé d'établir une relation logique entre eux, quoique j'aie pour ainsi dire pris au rebours l'ordre chronologique des découvertes. Je me suis efforcé de ramener à une loi simple des phénomènes en apparence fort divergents : mon but sera atteint si j'ai approché de la vérité.

FIN.

SYNTHÈSES

DE PHARMACIE ET DE CHIMIE

PRÉSENTÉES ET SOUTENUES A L'ÉCOLE DE PHARMACIE.

SIROP DES CINQ RACINES.

SYRUPUS CUM QUINQUE RADICIBUS COMPOSITUS.

℞ Racines sèches d'Ache (*Apium graveolens*). .	62,5
—— de Fenouil (*Fœniculum dulce*) . . .	62,5
—— de Persil (*Apium petroselinum*). . .	62,5
—— d'Asperge (*Asparagus officinalis*) . .	62,5
—— de petit Houx (*Ruscus aculeatus*). .	62,5
—— Sirop simple (*Syrupus simplex*). . .	1875

Coupez les racines en tranches minces, et faites-les infuser dans 1125 grammes d'eau bouillante; au bout de douze heures passez sans expression, et conservez la liqueur dans un lieu frais. Faites une seconde infusion des racines avec 2 kilogrammes d'eau; passez avec une légère expression; décantez la liqueur, mélangez-la au sirop de sucre; portez sur le feu, et tenez en ébullition jusqu'à ce que le sirop ait perdu en poids une quantité égale au poids de la première infusion; ajoutez-y rapidement celle-ci, et passez.

GELÉE DE LICHEN D'ISLANDE.
GELATINA CUM LICHENE ISLANDICO.

℞ Lichen d'Islande (*Physcia islandica*). 120
Sucre (*Saccharum album*). 258
Colle de poisson incisée (*Ichthyocolla*). . . . 8

Faites chauffer le lichen avec une suffisante quantité d'eau, et entretenez la liqueur à l'ébullition pendant une heure pour avoir une solution très concentrée; passez avec expression; laissez déposer la liqueur et décantez; remettez-la sur le feu; ajoutez-y le sucre et la colle de poisson que vous aurez ramollie par une macération préalable dans 62 grammes d'eau froide; remuez continuellement jusqu'à ce que la liqueur entre en ébullition; à partir de ce moment entretenez une ébullition douce jusqu'à ce que la matière soit assez concentrée pour se prendre en gelée par le refroidissement; enlevez alors la pellicule qui se sera formée à la surface, et coulez la gelée dans un pot que vous porterez dans un lieu frais.

Quelquefois les médecins prescrivent la gelée de ichen privée du principe amer; pour l'obtenir il faut se servir de lichen que l'on a lavé en le faisant tremper pendant trois jours dans de l'eau froide que l'on renouvelle toutes les six heures, ou en le plongeant à trois reprises dans de l'eau froide dont on élève à chaque fois la température jusqu'à 60 degrés.

EXTRAIT ALCOOLIQUE DE VALÉRIANE.
EXTRACTUM VALERIANÆ ALCOOLE PARATUM.

℞ Racine de Valériane (*Valeriana officinalis*). . . . 500
Alcool à 21° Cart. (56 cent.) (*Alcool*). 1750

Réduisez la Valériane en poudre demi-fine; humectez-la avec une livre de l'alcool prescrit; tassez-la convenablement entre deux diaphragmes dans un cylindre en étain; après douze heures lessivez avec le reste de l'alcool; quand la dernière portion d'alcool aura pénétré dans la poudre, tenez celle-ci couverte par une couche d'eau, et arrêtez l'opération aussitôt que le liquide qui s'écoulera fera naître un précipité en tombant dans les premières liqueurs.

Distillez les teintures alcooliques au bain-marie pour en retirer toute la partie spiritueuse, et achevez l'évaporation au bain-marie jusqu'en consistance d'extrait.

VIN D'OPIUM COMPOSÉ.

(*Laudanum liquide de Sydenham.*)

VINUM CUM OPIO COMPOSITUM.

℞ Opium choisi et coupé en morceaux (*Opium electum*)	64
Safran incisé (*Crocus sativus*).	32
Cannelle concassée (*Laurus cinnamomum*). . .	4
Girofles concassés (*Caryophyllus arom.*). . .	4
Vin de Malaga (*Vinum malacense*).	500

Mettez le tout dans un matras; faites macérer pendant quinze jours; passez, exprimez fortement, et filtrez.

N. B. 20 gouttes de ce médicament pèsent 8 décigrammes et représentent 5 centigrammes d'extrait d'opium.

ACIDE CYANHYDRIQUE.

(*Acide prussique médicinal.*)

ACIDUM CYANHYDRICUM AQUA DILUTUM.

℞ Cyanure de mercure (*Cianuretum hydrargyricum*).	64
Acide chlorhydrique (*Acidum chlorhydricum*). .	42

Réduisez le cyanure en poudre, et introduisez-le dans une petite cornue de verre tubulée et placée sur un fourneau. Adaptez au col de cette cornue un tube de 0^{m}, 35 environ de longueur sur 15^{mm} de diamètre. Remplissez la première moitié de ce tube avec des fragments de carbonate de chaux (marbre) et l'autre avec du chlorure de calcium. A ce premier tube, qui doit être disposé sur un support presque horizontalement, ajoutez-en un deuxième d'un plus petit diamètre courbé à angle droit, et plongeant jusqu'aux deux tiers dans un tube gradué, entouré d'un mélange de sel marin et de glace pilée.

L'appareil étant disposé et les jointures bien lutées, versez par la tubulure de la cornue l'acide chlorhydrique; bouchez, laissez réagir à froid pendant quelques instants, puis chauffez graduellement

et avec précaution pour que la réaction soit lente et successive. Lorsqu'elle sera terminée il faudra promener à distance un charbon ardent dans toute la longueur du gros tube, afin d'en chasser l'acide cyanhydrique qui pourrait s'y être condensé.

On enlevera ensuite le tube gradué; on examinera jusqu'à quelle hauteur s'élève le liquide, et l'on y ajoutera six fois autant d'eau distillée en volume. Si on n'avait pas de tube gradué à sa disposition, on peserait l'acide et on le mélangerait de 8,5 fois son poids d'eau; mais il faut avoir dans ce cas la précaution préalable de tarer à l'avance l'éprouvette vide et munie d'un bon bouchon, afin de ne pas se trouver exposé à la vapeur hydrocyanique pendant la pesée. Cet acide est excessivement délétère. On doit le conserver dans des flacons bouchés à l'émeri et le placer à l'abri de la lumière. On emploie généralement à cet usage des flacons en verre bleu.

ACIDE SUCCINIQUE IMPUR

(*Sel volatil de Succin.*)

ACIDUM SUCCINICUM PYROGENÆUM.

℞ Succin (*Succinum*) 1000

Introduisez-le dans une cornue de grès ou de verre lutée à laquelle seront adaptés une allonge et un récipient en verre. Chauffez modérément, le succin fondra, se boursoufflera, et dégagera des vapeurs abondantes épaisses. En même temps il se condensera dans l'allonge et le récipient sous forme de cristaux une certaine quantité d'acide succinique imprégné d'eau et d'une matière huileuse; enlevez avec une plume cet acide succinique avant qu'il soit délayé et entraîné par une trop grande quantité d'huile; continuez ainsi en ménageant le feu tant qu'il se produira des cristaux d'acide succinique; changez le récipient lorsqu'il ne s'en produira plus et poussez le feu plus vivement: la masse cessera de se boursouffler, la distillation marchera rapidement, et vous recueillerez une huile volatile particulière; continuez ainsi jusqu'à ce qu'il ne se produise plus rien.

Le premier produit obtenu est de l'acide succinique impur; en cet état on l'appelait autrefois *Sel volatil de succin.*

PROTO-ACÉTATE DE MERCURE.

(*Terre foliée mercurielle.*)

ACETAS HYDRARGYROSUS.

℞ Proto-nitrate de mercure cristallisé (*Nitras hydrargyrosus*). 60
Acétate de soude (*Acetas sodicus*). . . . . Q. S.

Dissolvez le nitrate de mercure dans trois à quatre fois son poids d'eau légèrement acidulée ; faites d'une autre part une dissolution d'acétate de soude marquant 15 degrés environ à l'aréomètre.

Versez peu à peu l'acétate de soude dans le nitrate de mercure jusqu'à ce qu'il ne se forme plus de précipité; mettez un léger excès d'acétate de soude afin d'être certain qu'il ne reste point de nitrate mercureux en solution; réunissez le précipité; lavez-le avec un peu d'eau distillée froide; faites égoutter, et séchez à l'abri de la lumière.

ACÉTATE D'AMMONIAQUE LIQUIDE.

(*Esprit de Mindererus.*)

ACETAS AMMONICUS AQUA SOLUTUS.

℞ Acide acétique (*Acidum aceticum*) à 3°. . . . 500
Carbonate d'ammoniaque (*Carbonas ammonicus*). . Q. S.

Chauffez légèrement l'acide acétique ; ajoutez-y par petits fragments le carbonate d'ammoniaque jusqu'à ce qu'il y en ait un léger excès; filtrez et conservez dans un flacon bien bouché. 1000 parties d'acide acétique à 3 degrés exigent 60 à 70 de carbonate d'ammoniaque pour leur saturation ; la liqueur saturée marque 5 degrés à l'aréomètre.

Le médicament employé autrefois sous le nom d'esprit de Minderer ou de Mindererus n'était autre que l'acétate d'ammoniaque liquide , mais impur : on le préparait avec le vinaigre distillé et le sel volatil de corne de cerf.

IODURE DE SOUFRE.

(*Sulfure d'iode.*)

IODURETUM SULFURIS.

℞ Iode (*Iodum*). 64
Soufre sublimé (*Sulfur sublimatum*). . . . 12

Broyez ensemble l'iode et le soufre dans un mortier de verre, de porcelaine ou de marbre, pour les mélanger exactement; introduisez le mélange dans une cornue de verre placée sur un triangle dans un fourneau à réverbère. Mettez sous la cornue quelques charbons allumés, de manière à chauffer légèrement la masse sans la mettre en fusion. La couleur se foncera peu à peu; quand cet effet se sera opéré jusqu'à la partie supérieure de la matière, augmentez le feu de manière à mettre l'iodure en fusion; quand il sera fondu, inclinez successivement la cornue en divers sens, pour introduire dans la masse les portions d'iode qui se sont volatilisées et condensées sur les parois supérieures; laissez refroidir la cornue; cassez-la, et conservez l'iodure dans des flacons bien bouchés.